



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 52 773 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 01 N 7/10**  
F 01 N 7/18  
B 21 D 26/02  
B 21 D 53/88

⑲ Aktenzeichen: 197 52 773.6  
⑳ Anmeldetag: 28. 11. 97  
㉑ Offenlegungstag: 2. 6. 99

DE 197 52 773 A 1

⑦ Anmelder:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑧ Erfinder:  
Bonny, Pierre, Dipl.-Ing., 22589 Hamburg, DE;  
Hülsberg, Thomas, Dipl.-Ing., 21224 Rosengarten,  
DE

⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 1 95 11 514 C1  
DE 41 03 083 C1  
DE 1 95 18 252 A1  
DE 44 28 435 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Herstellung eines luftspaltisolierten Abgaskrümmers einer Fahrzeugabgasanlage

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines luftspaltisolierten Abgaskrümmers einer Abgasanlage eines Fahrzeuges. Um in einfacher Weise eine prozeßsichere und exakt reproduzierende Herstellung von bauraumsparenden luftspaltisolierten Abgaskrümmern zu erreichen, wird vorgeschlagen, daß der Abgaskrümm器 aus mehreren luftspaltisolierten Abgasrohren sowie den zugehörigen Eingangsflanschen und dem Ausgangsflansch zusammengefügt wird, welche mittels des Innenhochdruck-Umformverfahrens aus jeweils einem Doppelrohr luftspaltisoliert ausgeformt werden, daß die miteinander zu verbindenden Enden der luftspaltisolierten Abgasrohre zuerst unter Öffnung des jeweiligen Luftisolierspaltes beschnitten und dann ineinandergesteckt werden, wobei die Enden so ausgeformt sind, daß die Steckverbindungen der Außenrohre und der Innenrohre der zu verbindenden Abgasrohre mit Spiel erfolgen, daß die miteinander verbundenen Außenrohrenden der Abgasrohre an der Stelle ihrer Steckverbindung unter Bildung einer Rundnaht miteinander verschweißt werden, und daß die verbindungsfreien an den Zylinderkopf anzuschließenden Enden der Abgasrohre mit den jeweils zugehörigen Eingangsflanschen zusammengesteckt und verschweißt werden und das verbindungsfreie zylinderkopfabgewandte Ende des letzten der in der Reihe nebeneinander angeordneten verzweigten Abgasrohre mit dem Ausgangsflansch zusammengesteckt und mit diesem verschweißt wird.

DE 197 52 773 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines luftspaltisolierten Abgaskrümmers einer Abgasanlage eines Fahrzeuges gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Ein gattungsgemäßes Verfahren ist aus der DE 195 11 514 C1 bekannt. In diesem wird die Fertigung eines Abgaskrümmers beschrieben, der aus mehreren mit Schiebesitz ineinander gesteckten Innenrohren und einem Außenmantel sowie Eingangsflanschen und einem Ausgangsflansch besteht. Der Außenmantel ist in Halbschalenbauweise ausgeführt, wobei zuerst der Steckverbund der Innenrohre (Rohrbogen, T-Stück, Verzweigungsrohr mit Anschluß zum Ausgangsflansch) in eine untere Außenmantelhalbschale eingelegt wird und dann die obere Halbschale auf die untere gepreßt und mit der unteren Halbschale unter Bildung einer Bördelnaht zwischen den Innenrohren verschweißt wird. Der Steckverbund der Innenrohre wird in aufwendiger Weise durch spezielle Distanzringe, die auf mehrere Innenrohre aufgeschoben werden, innerhalb des Außenmantels zentriert, wobei der dabei entstehende Spalt den späteren Luftisolierspalt bildet. Die Distanzringe bestehen aus einem unter Hitze einwirkung, insbesondere im Motorbetrieb sich zersetzenden und/oder sublimierenden Material. Da einerseits die mit Fertigungstoleranzen behafteten Einzelrohre gegeneinander verschieblich sind und aufgrund der Montagearbeit von Steckverbund zu Steckverbund unterschiedliche Stecklängen aufweisen und andererseits die Distanzringe zum einen selbst Fertigungstoleranzen unterworfen sind und zum anderen aufgrund ihrer Gestaltung relativ zur Ausbildung der Unterschale selten umlaufend an dieser anliegen, ist die Fertigung des gesamten Abgaskrümmers allein schon unter diesen Aspekten Toleranzen unterworfen. Das Innenrohr mit dem Abzweigstutzen liegt bei den genannten Fertigungstoleranzen praktisch nie mit dem gewünschten definierten umlaufenden Luftspalt innerhalb des Außenmantels. Eine exakte Reproduzierbarkeit gibt es dabei nicht. Hierbei ist beim Zusammenbau darauf zu achten, daß eine bestimmte minimale Stecklänge eingehalten wird, damit die Einzelinnenrohre nicht auseinanderdriften. Diese Einhaltung erfordert Augenmaß und damit erheblichen Aufwand. Bei dem Teiletransfer zur Schweißstation können ebenfalls Erschütterungen und zentrifugale Kräfte auftreten, die zu einer nochmaligen Verschiebung der Einzelinnenrohre zueinander und zur Unterschale des Außenmantels führen, wobei dies gar zur Auflösung des Steckverbundes führen kann.

Aufgrund des Rückspringverzuges der beiden Blechhalbschalen nach dem Tiefziehen liegen die beiden Außenmantelhalbschalen von alleine nicht durchgehend satt und damit spaltfrei aneinander an. In der Schweißstation wird daher die Oberschale des Außenmantels auf die Unterschale gesetzt und an diese angepreßt. Auch hierbei kommt es zu Erschütterungen des Steckverbundes bzw. der Verschiebung der Relativlage des verzweigten Innenrohres im Außenmantel. Schließlich werden die Schalen des Außenmantels miteinander laserverschweißt. Nach Aufhebung der Anpressung wirken dann aufgrund der Nichtgleichförmigkeit der Anlageflächen der Halbschalen auf die Schweißnaht erhebliche Zugkräfte, was die Dauerbelastbarkeit des Zusammenbaus, insbesondere des Außenmantels herabsetzt und im Betrieb des Abgasstranges gar zu einem Versagen des Bauteils führen kann. Die Prozeßsicherheit der Herstellung des Abgaskrümmers ist somit insgesamt gesehen nicht in ausreichendem Maße gewährleistet.

Auch ist die Verschweißung der Halbschalen unter Bildung einer Bördelnaht relativ aufwendig, insbesondere, da beim Übergang zum Ausschnitt des Außenmantels für den

Abzweigstutzen des Innenrohres aufgrund von Kantenradien ein Dreieckszwickel entsteht, der zur Prozeßsicherheit zugeschweißt werden muß, was in der Praxis in sinnvoller Weise nur unter Zuhilfenahme eines Zusatzwerkstoffes geht. Zudem ist die Bördelnaht durch ihre Gestaltung begrenzt mechanisch belastbar. Für die Festlegung des Innenrohres am Außenmantel ist zusätzlich eine Verschweißung unter Bildung einer Rundnaht, d. h. einer umlaufenden Kehlnaht im Endbereich des Abzweigstutzens erforderlich, wobei das Ende des Innenrohres des Stutzens gegenüber der Öffnung des Außenmantels etwas zurückversetzt liegt.

Der Außenmantel ist im übrigen gerade wegen des verzweigten Abgasrohres räumlich sehr ausladend ausgebildet, da bei der Herstellung der Halbschalen durch Tiefziehen keine Verzweigung erzielt werden kann und somit für eine konturtrue Ausbildung eines Außenmantels bezüglich der Gestaltung des Innenrohres nicht tauglich ist. Alle Innenrohre werden dabei von einem einzigen gemeinsamen Außenmantel integral umschlossen, wodurch aufgrund des gleichförmigen Abschlusses des Außenmantels etwa in der Ebene der Eingangsflansche relativ großvolumige Blechabschnitte des Außenmantels zwischen den an die Eingangsflansche sich anschließenden Innenrohren entstehen, die erheblichen Bauraum erfordern, das Gewicht des verzweigten Abgasrohres erhöhen und zusätzlichen unnötigen Materialaufwand bedeuten. Zudem ist dadurch die Ausbildung eines definierten einheitlich gleichförmigen Luftspaltes beim verzweigten Abgasrohr nicht erreichbar.

Des weiteren erfordern Motoren unterschiedlicher Zylinderzahl aufgrund des Außenmantels unterschiedlich ausgebildete Abgaskrümmern. Dies bedeutet einen hohen zusätzlichen Fertigungs- und Werkzeugaufwand verbunden mit den entsprechenden Kosten. Gleichfalls müssen für unterschiedlich gestaltete Bauräume neue Varianten der Abgaskrümmernausbildung in Halbschalenbauweise erdacht werden, die an diese Bauräume angepaßt sind. Die Realisierung dazu erfordert ebenfalls einen erheblichen fertigungstechnischen Aufwand.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren dahingehend weiterzubilden, daß in einfacher Weise eine prozeßsichere und exakt reproduzierende Herstellung von bauraumsparenden luftspaltisolierten Abgaskrümmern erreicht wird.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Dank der Erfindung wird eine Modulbauweise des Abgaskrümmers ermöglicht, bei der in einfacher Weise aus ineinandergesteckten luftspaltisolierten Einzelabgasrohren hinsichtlich ihrer Erstreckung und Bautiefe beliebig gestaltete Abgaskrümmern gefertigt werden können, wobei die Außenrohre der Einzelabgasrohre miteinander verschweißt und die Innenrohre ineinander mit Schiebesitz positioniert sind. Die Einzelmodule bilden die Einzelabgasrohre, welche Standardbauelemente und somit kostengünstig herstellbare Massenware darstellen. So kann durch einfaches Aneinanderfügen von Gleichteilen der verzweigten Abgasrohre beispielsweise aus einem Vierzylinder-Abgaskrümmern ein 6- oder 8-Zylinderabgaskrümmern hergestellt werden. Durch die Verwendung von Gleichteilen wird die gesamte Montage wesentlich vereinfacht. Durch die mittels Innenhochdruckumformen gefertigten Einzelabgasrohre entfallen jegliche Fertigungstoleranzen, die aus einer während der einzelnen Montage- und Fügenschritte auftretenden Verschiebung von im Steckverbund befindlicher Innenrohre resultieren, so daß jeder beliebige Abgaskrümmern exakt reproduzierbar ist. Infolge des Fehlens eines integralen Außenmantels und der Befestigung von Außenmantelhalbschalen aneinander sowie des Außenmantels an den Einhangsflan-

schen werden die aus mechanisch-thermischen Beanspruchungen herrührenden Schwierigkeiten der bisher erforderlichen Schweißnähte vermieden. Durch die mittels des zu einem luftspaltisolierten Abgasrohr innenhochdruckumgeformten Doppelrohres bezüglich des Innenrohrverlaufes bzw. dessen Form konturtreue Ausbildung des Außenrohres wird überflüssiges Material des Außenrohres im Gegensatz zum Außenmantel der Halbschalenbauweise vermieden und dadurch auch der Bauraum verringert. Insgesamt ist die Ausbildung des Abgaskrümmers flexibel an die Form des vorgeschenen Bauraumes anpaßbar, da die Einzelabgasrohre des Krümmers dem Verlauf des Bauraumes durch geeignete Aneinanderreihung folgen können. Demgegenüber würde der Abgaskrümmers in Halbschalenbauweise durch einen in die Bauraumtiefe gehenden Verlauf der abgasführenden Rohre derart voluminös, daß ein Einbau von vornherein unmöglich ist. Weiterhin kann durch die Fertigung der Abgasrohre mittels Innenhochdruckumformen der Luftisolierspalt über die gesamte Erstreckung des Abgasrohres gezielt und überall gleichförmig eingestellt werden. Die Fugstellen der Außenrohre aneinander werden unter Bildung einer umlaufenden mechanisch sehr hoch belastbaren Kehlschweißnaht vorzugsweise mittels eines Lasers zusammengeschweißt. Insgesamt wird durch das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren eine hohe Prozentsicherheit erreicht, da aufgrund des Innenhochdruckumformens zum einen keine steckverbundauffösende Verschiebmöglichkeit der Innenrohre auftritt und zum anderen die Anzahl der Schweißnähte minimiert wird, wobei der Abgaskrümmers so gestaltet ist, daß ausschließlich einfach auszuföhrnde, umlaufende mechanisch beanspruchbare Kehlnähte für die Befestigung der Einzelabgasrohre aneinander und an den Eingangsflanschen sowie am Ausgangsflansch erforderlich sind.

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels nachfolgend näher erläutert; dabei zeigt:

Fig. 1 einen erfindungsgemäß gefertigten luftspaltisolierten Abgaskrümmers mit drei zusammengefügt Einzelabgasrohren in einer perspektivischen Schnittdarstellung,

Fig. 2 in einem seitlichen Längsschnitt die Verbindungsstelle zwischen den Abgasrohren des Abgaskrümmers nach Fig. 1 und dem jeweiligen Eingangsflansch mit geschlossenem Luftisolierspalt,

Fig. 3 in einem seitlichen Längsschnitt die Verbindungsstelle zwischen den Abgasrohren des Abgaskrümmers nach Fig. 1 und dem jeweiligen Eingangsflansch mit offenem Luftisolierspalt,

Fig. 4 in einem seitlichen Längsschnitt die Verbindungsstelle zwischen einem Abgasrohrendes des Abgaskrümmers nach Fig. 1 und dem Ausgangsflansch mit geschlossenem Luftisolierspalt.

In Fig. 1 ist ein luftspaltisolierter Abgaskrümmers 1 dargestellt, der aus einem Rohrbogen 2, einem T-förmig verzweigten Abgasrohr 3 und einem ebenfalls T-stückförmig verzweigten Abschlußabgasrohr 4 besteht. Die zylinderkopf zugewandten Enden 6 der Abgasrohre 2, 3 und 4 sind mit Eingangsflanschen 5 verbunden. Die dargestellten separaten Eingangsflansche 5 können auch in einer gemeinsamen Flanschleiste integriert ausgebildet sein. Das Abschlußabgasrohr 4, über das das Abgas aus allen drei Abgasrohren 2, 3, 4 strömt, ist mit seinem bezüglich seines Eingangsflansches 5 und dem nebenliegenden sich anschließenden Abgasrohr 3 verbindungs-freien etwas nach unten abgelenkten Ende 7 unmittelbar mit dem Ausgangsflansch 8 verbunden, an den der restliche Abgasstrang angeschlossen ist.

Zur Herstellung des Abgaskrümmers 1 werden zuerst der Rohrbogen 2, das Abgasrohr 3 und das Abschlußabgasrohr 4 jeweils aus einem geradlinigen Doppelrohr fugebereit mittels Innenhochdruckumformen gefertigt. Hierbei werden zunächst in einfacher Weise zwei unter geringem Aufwand durch Ablängen von der Stange herstellbare, etwa gleichlange geradlinig verlaufende Rohre völlig deckungsgleich ineinandergesteckt. Das dadurch gebildete Doppelrohr besteht hiermit aus einem Innenrohr 9 und einem dieses koaxial umgebenden Außenrohr 10. Die beiden Rohre 9 und 10 müssen in ihrer Ausbildung nicht unbedingt geradlinig sein. Es muß lediglich die für eine Gleichförmigkeit des späteren Luftisolierspaltes erforderliche Koaxialität gewährleistet sein, wobei die beiden Rohre 9 und 10 zumindest an einem Ende aneinander anliegen müssen. So können die Rohre 9 und 10 nach dem Zusammenstecken durchaus an einem Ende unter Ausbildung eines Ringspaltes abbestanden sein. Ihre Ausbildungen müssen jedoch jeweils derart aneinander angepaßt sein, daß die Ineinandersteckbarkeit gesichert ist. Das Innenrohr 9 wird vor dem Einstecken an seinen Enden umfänglich gelocht. Das Innenrohr 9 besteht aus einem hochtemperaturbeständigen Material, währenddessen das weniger temperaturbelastete Außenrohr 10 aus einem kostengünstigeren weniger hochtemperaturbeständigen Werkstoff bestehen kann.

Im einzelnen wird das Doppelrohr, aus dem der Rohrbogen 2 entsteht, in einer Biegevorrichtung vorgebogen, die auch ein Innenhochdruck-Umformwerkzeug sein kann. Das in einer vom Innenhochdruck-Umformwerkzeug separaten Biegevorrichtung vorgebogene Doppelrohr wird dann in ein Innenhochdruck-Umformwerkzeug eingebracht, dessen Gravur in ihrem Verlauf dem Biegeverlauf des gebogenen Doppelrohres angepaßt ist, jedoch im Anschluß an die Endbereiche des Doppelrohres konzentrisch erweitert ist, wodurch ein als Aufweitraum dienender Ringraum zwischen Gravur und dem eingebrachten Doppelrohr ausgebildet wird. Nach Schließen des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges wird das Doppelrohr endseitig mittels Axialstempel abgedichtet und durch Einleiten eines Druckfluides über diese Stempel befüllt. Anschließend wird das Druckfluid hochgespannt auf etwa 700–1000 bar, worauf sich das Doppelrohr in einfacher Weise aufweitet. Hierbei werden die vom Umformwerkzeug mit Spiel umschlossenen Endbereiche des Doppelrohres gegen die Gravur gepreßt, wobei das Innenrohr 9 mit dem Außenrohr 10 beiderseits umfänglich verklemt wird. Über den vorgelochten Lochkranz des Innenrohres 9 wird das Außenrohr 10 im Bereich des Aufweitraumes direkt mit Druckfluid beaufschlagt, wodurch dieses sich aufweitet und sich an den konzentrisch erweiterten Abschnitt der Gravur anlegt, während aufgrund des Druckausgleiches zwischen Innenrohr 9 und Außenrohr 10 in diesem Abschnitt die Form des Innenrohres 9 von einer Umformung unbeeinträchtigt bleibt. Dadurch wird entlang dieses Abschnittes durchgängig ein Ringspalt erzeugt, der den gewünschten Luftisolierspalt 11 bildet. Das Druckfluid kann auch unter Verzicht auf eine vorübergehende Lochung des Innenrohres 9 direkt in die Trennfuge des Innenrohres 9 im Außenrohr 10 eingeleitet werden. Dies ist allerdings aufwendig – insbesondere bei der zusätzlichen Anbringung von Startspalten an den Stirnseiten des Doppelrohres in dessen Fugenbereich – und deformiert in ungewünschter Weise die Endbereiche des Doppelrohres. Des weiteren ist es denkbar, daß die Gravur des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges in der Außenkontur und dem Durchmesser der bzw. dem des Außenrohres 10 entspricht. Durch Einleiten eines Druckfluides zwischen die Wandungen des Innenrohres 9 und des Außenrohres 10 – ohne für Druckausgleich im Innenraum des Innenrohres 9 zu sorgen – kann das Innenrohr 9 durch den

Fluidhochdruck zusammengepreßt werden, wobei sich dieses längt und wobei dieses infolge des Zusammenpressens sich vom an die Gravur anschmiegenden Außenrohr 10 unter Bildung eines Luftisolierspaltes beabstandet. Um ein gerichtetes Zusammenpressen zu erreichen, ist es hierzu denkbar, in das Innenrohr 9 einen durchgehenden Werkzeugzylinder einzuschieben, an dem das Innenrohr 9 sich anlegen kann.

Die Herstellung des verzweigten Abgasrohres 3 verläuft in zwei Schritten. Ausgehend vom erwähnten Doppelrohr wird dieses nicht gebogen, sondern bleibt in seinem Verlauf geradlinig. Im ersten Schritt wird das Doppelrohr in ein erstes Innenhochdruck-Umformwerkzeug eingebracht, dessen Gravur eine radiale Abzweigung aufweist. Nach Schließen des ersten Umformwerkzeuges und Abdichtung beider Enden des Doppelrohres, wobei der Lochkranz des Innenrohres jeweils gleichfalls abgedichtet wird, wird ein Druckfluid in das Innenrohr 9 eingeleitet und unter Hochdruck gesetzt. Unter Hochdruckbeaufschlagung wird gemäß der Gravurform aus dem Doppelrohr ein doppelwandiger Abzweigstutzen 12 ausgeblasen. Nach Ausformung des Abzweigstutzens 12 wird der Druck entspannt und das verzweigte T-förmige Doppelrohr aus dem ersten Innenhochdruck-Umformwerkzeug entnommen. Im zweiten Schritt wird das verzweigte Doppelrohr in ein zweites Innenhochdruck-Umformwerkzeug eingebracht, dessen Gravur entsprechend der Ausbildung des Doppelrohres T-förmig ausgebildet ist, jedoch im Anschluß an die drei Endbereiche des T-förmigen Doppelrohres konzentrisch erweitert ist. Die Endbereiche sind jeweils mit Spiel in der Gravur aufgenommen. Die Gravur begrenzt somit mit dem Doppelrohr zwischen dessen Endbereichen einen T-förmigen Aufweitraum. Das zweite Innenhochdruck-Umformwerkzeug wird nun geschlossen und die offenen einander gegenüberliegenden Endbereiche des Doppelrohres abgedichtet, wobei die Lochung des Innenrohres 9 freigegeben ist. Durch Anlegen eines Innenhochdruckes nach Befüllung des Innenrohres 9 mit einem Druckfluid wird über die frei zugängliche Lochung das Außenrohr 10 des Doppelrohres mit dem Druckfluid beaufschlagt, wobei lediglich das Außenrohr 10 aufgrund des schon oben erwähnten Druckausgleiches auf dem zwischen den Endbereichen liegende Abschnitt des Doppelrohres aufgeweitet wird, so daß ein Luftisolierspalt 13 entsteht. Die drei Endbereiche von Innenrohr 9 und Außenrohr 10 werden vom Innenhochdruck aneinander und gegen die Gravur gepreßt, wobei sich das Innenrohr 9 und das Außenrohr 10 dort miteinander verklebmen. Das nun luftspaltisolierte verzweigte Abgasrohr 3 wird nach abgeschlossener Umformung und Entspannung und Herausleiten des Druckfluides sowie anschließendem Öffnen des zweiten Umformwerkzeuges diesem entnommen. Schließlich wird der Kappenbereich des Abzweigstutzens 12 beispielsweise mittels Laserstrahlschneiden unter Öffnung des Innenrohres 9 im Abzweigstutzen 12 nach außen hin abgetrennt. Die Herstellung dieser Öffnung kann auch durch Fräsen, Drehen, Stanzen, Bohren oder ähnlichen Verfahren erfolgen. Es ist bei der Ausbildung des verzweigten luftspaltisolierten Abgasrohres 3 und 4 im übrigen denkbar, die beiden Umformschritte in einem einzigen Umformwerkzeug gleichzeitig oder nacheinander abfolgen zu lassen. Hierbei müßte dann das Umformwerkzeug zwei in prozeßsicherem Abstand zueinander ausgebildete Gravuren aufweisen.

Die Herstellung des Abschlußabgasrohres 4 verläuft gleich wie die des eben beschriebenen verzweigten Abgasrohres 3. Hinsichtlich der Ausbildung seines nach unten etwas gekrümmten Endes 7 kann das Abschlußabgasrohr 4 vorher vorgebogen sein oder durch die Innenhochdruckumformung im ersten Schritt entsprechend der Gravurform

seine Biegeform annehmen.

Die einander gegenüberliegenden Enden sowohl des Abschlußabgasrohres 4 als auch des Abgasrohres 3 werden durch Laserschneiden beschnitten, so daß der Luftisolierspalt 13 dort geöffnet wird. Des gleichen wird der Rohrbogen 2 an einem Ende beschnitten, wodurch dessen Luftisolierspalt 11 an dieser Stelle geöffnet wird. Am geöffneten Ende des Rohrbogens 2 werden das Ende 14 dessen Innenrohres 9 in ein Ende 15 des Innenrohres 9 des geöffneten Endes des Abgasrohres 3 und das dortige Ende 16 des Außenrohres 10 des Rohrbogens 2 in ein Ende 17 des Außenrohres 10 des dortigen Abgasrohrendes mit Schiebesitz hineingesteckt. Die beiden Außenrohre 10 werden anschließend von außen an ihrer Überlappungsstelle unter Bildung einer umlaufenden Kehlnaht 18 durch Laserschweißen verschweißt. Am gegenüberliegenden dem Rohrbogen 2 abgewandten Ende des Abgasrohres 3 werden das Ende 19 des Innenrohres 9 in das Ende 20 des Innenrohres 9 des geradlinigen geöffneten Endes des Abschlußabgasrohres 4 und das dortige Ende 21 des Außenrohres 10 des Abgasrohres 3 in das Ende 22 des Außenrohres 10 des Abschlußabgasrohres 4 mit Schiebesitz hineingesteckt. Ebenfalls werden die Außenrohre 10 an ihrer Überlappungsstelle mittels Laserschweißen unter Bildung einer umlaufenden Kehlnaht 23 verschweißt. Anschließend werden die Enden 6 der Abgasrohre 3 und 4, also die Enden der Abzweigstutzen 12 in verjüngte Luftisolierspalte 24 von kurzen geradlinigen luftspaltisolierten Abgasrohren 25 gesteckt, wobei das offene zur Steckverbindung mit dem Abzweigstutzen 12 dienende Ende 26 mit seinem Innenrohr 9 mit Schiebesitz in das Innenrohr 9 des Abzweigstutzens 12 eingesteckt ist. Das am Außenrohr 10 des jeweiligen Abgasrohres 25 innen anliegende doppelwandige Ende 6 der Abzweigstutzen 12 wird dann mit dessen Außenrohr 10 durch Laserschweißen unter Bildung der erwähnten umlaufenden Kehlnaht 36 verschweißt. Im übrigen wird der Luftisolierspalt 24 der Abgasrohre 25 ebenfalls mittels Innenhochdruck-Umformen und zwar in gleicher Weise wie der Rohrbogen 2, jedoch unter Verzicht auf das Biegen des Doppelrohres, ausgebildet. Die Innenrohre 9 der Abgasrohre 25 und der Rohrbogen 2 bleiben am noch verbindungs-freien Ende 6 bzw. 27 mit den Außenrohren 10 verklebmt, wodurch der Luftisolierspalt 24 und 11 dort geschlossen ist und der Innenrohrsteckverbund innerhalb des Außenrohrsteckschweißverbundes in seiner zentrierten Lage festgelegt bleibt.

Nun wird der Steckschweißverbund der Abgasrohre 2, 3, 4, 25 mit dem Ende 6 des Rohrbogens 2 und dem Ende 27 der Abgasrohre 25 in die Durchgangsöffnungen 38 der Eingangsflansche 5 gesteckt (Fig. 2), wonach die miteinander bündig abschließenden dortigen Enden von Innenrohr 9 und Außenrohr 10 mit der Öffnungswandung 37 der Durchgangsöffnung 38 mittels Laserschweißen unter Bildung einer umlaufenden Kehlnaht 39 verschweißt. Da die Klemmwirkung von Innenrohr 9 und Außenrohr 10 aneinander die Gasdichtigkeit für den Luftisolierspalt 11 und 24 gewährleistet, können auch zur Befestigung des Rohrbogenendes 6 und der Enden 27 der Abgasrohre 25 im Eingangsflansch 5 einzelne Schweißpunkte vollauf genügen. Weiterhin ist denkbar, Innenrohr 9 und Außenrohr 10 von unterschiedlicher Länge vorzusehen, wonach deren Enden nicht bündig miteinander abschließen. Zur Befestigung der so gestalteten Enden 6 bzw. 27 an der Öffnungswandung 37 der Durchgangsöffnung 38 des jeweiligen Eingangsflansches 5 sind lediglich zwei dünne Schweißnähte erforderlich, wobei jeweils unter Ausbildung einer Kehlnaht das Innenrohr 9 an seinem Ende an der Innenseite des Außenrohres 10 und das Ende des Außenrohres 10 an der Öffnungswandung 37 der Eingangsflanschdurchgangsöffnung 38 angeschweißt wird.

Alternativ ist auch denkbar, die Enden 6, 27 der Abgasrohre 2, 27 auf einen zylindrischen die Durchgangsöffnung 38 umgebenden Fortsatz 28 auf zustecken und von außen umlaufend am Fortsatz zu verschweißen. Diese Alternative ist jedoch eingeschränkt-tauglich, da die Schweißstelle mit dem Schweißlaser nur schwer zugänglich ist.

Weiterhin ist es denkbar auf die Abgasrohre 25 und deren Anbringung an die Abgasrohre 3 und 4 zu verzichten und gleichzeitig einen kürzeren Rohrbogen 2 vorzusehen. Die Abgasrohre 3 und 4 werden an die Eingangsflansche 5 direkt angebunden, was den Krümmer 1 insgesamt wesentlich kompaktiert und Bauraum einspart. Ist das motorische Baukonzept derart ausgebildet, daß im Bereich der Eingangsflansche 5 Teile des Antriebsstranges vorgesehen sind, sind die Abgasrohre 3 und 4 im Weg, wodurch die Verbindungsabgasrohre 25 unabkömmlich werden. Diese können in Anpassung an die besagten Antriebsstrangteile auch zusätzlich gebogen ausgebildet sein.

Des weiteren ist es möglich, gemäß Fig. 3 nach einem geeigneten Beschnitt der Enden 6 der Abgasrohre 2, 3, 4 bzw. 25 den Luftisolierspalt 11 und 13 bzw. 24 eingangsflanschen-seitig offen zu gestalten und den jeweiligen Eingangsflansch 5 mit seinem zylindrischen Fortsatz 28 in den Luftisolierspalt 11 und 13 bzw. 24 zu stecken, wonach das Außenrohr 10 von außen und das Innenrohr 9 von innen unter Bildung einer Kehlnaht 40 mittels eines Lasers am Fortsatz 28 des Eingangsflansches 5 angeschweißt wird. Da hierbei die Zentrierung der Innenrohre 9 aller Abgasrohre 2, 3, 4 bzw. 25 in ihren Außenrohren 10 und damit das Bestehen des Luftisolierspalt 11 und 13 bzw. 24 gewährleistet sein muß, muß die Montage des Abgaskrümmers 1 in folgender Weise erfolgen. Zuerst müssen die anderen Enden der Abgasrohre 2, 3, 4 bzw. 25 vorerst aneinander festgeklemmte Innenrohre 9 und Außenrohre 10 aufweisen, wobei dort der Luftisolierspalt 11 und 13 bzw. 24 geschlossen ist. Dann wird das jeweilige Abgasrohr 2, 3, 4 bzw. 25 am Eingangsflansch 5 befestigt, wodurch die Innenrohre 9 in den Außenrohren 10 zentrisch und somit bleibend luftspaltisoliert festgelegt sind. Danach werden die anderen Enden, wobei davon das Ende 7 des Abschlußabgasrohres 4 ausgenommen sein kann, der Abgasrohre 2, 3, 4 bzw. 25 beschnitten, so daß der jeweilige Luftisolierspalt 11 und 13 bzw. 24 geöffnet wird. Nun erst erfolgt der oben bei der ersten Variante erwähnte Füge-schritt, bei dem die Innen- und die Außenrohre 9, 10 ineinander gesteckt werden und anschließend die Außenrohre 10 miteinander umlaufend laserverschweißt werden.

Schließlich erfolgt nach Fig. 4 das Fügen des Ausgangsflansches 8, wobei das Ende 7 des Abschlußabgasrohres 4, das vom letzten der vom Rohrbogen 2 aus in der Reihe nebeneinander angeordneten verzweigten Abgasrohre 3, 4 gebildet wird, in die Durchgangsöffnung 29 des Flansches 8 eingesteckt wird. Hierzu weist die Durchgangsöffnung 29 anfänglich eine stufige zylindrische Erweiterung 30 auf, deren Umfang dem des Außenrohres 10 des Abschlußabgasrohres 4 entspricht, so daß beim Einstecken des Rohrendes 7 das Außenrohr 10 mit seiner Außenseite 31 am Umfang der Erweiterung 30 anliegt. Außerdem kann das Außenrohr 10 auch mit seiner Stirnseite 32 an der Stufe der Erweiterung 30 anliegen, wodurch das Außenrohr 10 durch den Anschlag eine definierte Relativstecklage im Ausgangsflansch 8 aufweist. Das Ende 7 des Abschlußabgasrohres 4 ist derart beschnitten, daß die Klemmung des Rohres 4 aufgehoben ist und der Luftisolierspalt 13 geöffnet ist. Des weiteren ragt das Innenrohr 9 aus dem Außenrohr 10 heraus. Die Stufe der Erweiterung 30 übersteht das Außenrohr 10 radial nach innen um das Maß der Breite des Luftisolierspaltes 13. An der Wandung 34 der Durchgangsöffnung 29 ist unmittelbar an die Stufe anschließend ein umlaufender Anlagewulst 33

ausgebildet, an dem das freie Ende 35 des Innenrohres 9 des Abgasrohres 4 mit Schiebeseit geführt ist. Das Außenrohr 10 wird nach dem Einstecken von außen mittels Laser oder ähnlichen Strahlschweißverfahren am Ausgangsflansch 8 umlaufend unter Bildung einer Kehlnaht 36 angeschweißt.

Weiterhin ist es denkbar, im Falle von kompliziert gestalteten Bauräumen zwischen die Abgasrohre 2, 3 und 4 luftspaltisolierte Verbindungsrohre einzufügen, welche in geradliniger oder gebogener Form derart ausgebildet sind, daß der Abgaskrümmen 1 an die Bauraumgegebenheiten optimal und unter nur geringem Montagenaufwand anpaßbar ist.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines luftspaltisolierten Abgaskrümmers einer Abgasanlage eines Fahrzeuges, welcher ein als Rohrbogen ausgebildetes abgasführendes Innenrohr, zumindest ein sich an den Rohrbogen anschließendes verzweigtes Innenrohr und einen Außenmantel sowie Eingangsflansche zur Befestigung des Abgaskrümmers an einem Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine und einen Ausgangsflansch zur Ankopplung des Abgaskrümmers an den weiteren Abgasstrang beinhaltet, wobei das als Rohrbogen ausgebildete Innenrohr an einem Ende über einen Schiebeseit mit einem Ende des Innenrohres des verzweigten Innenrohres verbunden wird, wobei das andere Ende des Rohrbogens und die Abzweigung des verzweigten Innenrohres mit jeweils einem Eingangsflansch und der Außenmantel im Bereich des von einer Verbindung mit einem Eingangsflansch und einem Innenrohr eines Abgasrohres freien Endes eines verzweigten Innenrohres mit dem Ausgangsflansch fest verbunden werden, und wobei der Außenmantel mit Abstand um die Innenrohre unter Bildung des Luftisolierspaltes angeordnet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abgaskrümmen (1) aus mehreren luftspaltisolierten sich aus einem rohrbogenförmigen und zumindest einem verzweigten Abgasrohr zusammensetzenden Abgasrohren (2, 3, 4) sowie den zugehörigen Eingangsflanschen (5) und dem Ausgangsflansch (8) zusammengefügt wird, wobei die Abgasrohre (2, 3, 4) mittels des Innenhochdruck-Umformverfahrens aus jeweils einem aus zwei koaxial zueinander angeordneten Rohren bestehenden Doppelrohr in einem Innenhochdruck-Umformwerkzeug unter Einbringung eines Druckfluides zwischen die Außenwandung des Innenrohres (9) und die Innenwandung des den Außenmantel bildenden Außenrohres (10) des Doppelrohres luftspaltisoliert ausgeformt werden, daß unter Bildung einer Durchgangsöffnung vom Innenrohr (9) nach außen am Ende (6) des Abzweigstutzens (12) ein doppelwandiger Abschnitt herausgetrennt wird, daß die miteinander zu verbindenden Enden der luftspaltisolierten Abgasrohre (2, 3, 4) zuerst unter Öffnung des jeweiligen Luftisolierspaltes (11, 13) beschnitten und dann ineinandergesteckt werden, wobei die Enden so ausgeformt sind, daß die Steckverbindungen der Außenrohre (10) und der Innenrohre (9) der zu verbindenden Abgasrohre (2, 3, 4) mit Spiel erfolgen, daß die miteinander verbundenen Außenrohrenenden (16, 17; 21, 22) der Abgasrohre (2, 3, 4) an der Stelle ihrer Steckverbindung unter Bildung einer umlaufenden Kehlnaht (18, 23) miteinander verschweißt werden, und daß die verbindungs-freien an den Zylinderkopf anzuschließenden Enden (6) der Abgasrohre (2, 3, 4) mit

den jeweils zugehörigen Eingangsflanschen (5) zusammengesteckt und verschweißt werden und das verbindungs freie zylinderkopfabgewandte Ende (7) eines der verzweigten Abgasrohre (4) mit dem Ausgangsflansch (8) zusammengesteckt und mit diesem verschweißt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das jeweilige Doppelrohr durch Ineinanderstecken zweier zumindest an einem Ende aneinander anliegender Rohre mit Spiel gebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das jeweilige Doppelrohr durch Ineinanderstecken zweier geradliniger Rohre gebildet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß wobei eines der derart ausgebildeten Doppelrohre vor dem Innenhochdruckumformen durch ein Biegeverfahren in eine Biegeform des Rohrbogens (2) gebracht wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Biegen im Innenhochdruck-Umformwerkzeug erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftisolierspalt (11, 13, 24) in einem Innenhochdruck-Umformwerkzeug durch Aufweiten des Außenrohres (10) mittels Fluidinnenhochdruck gebildet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Herstellung des verzweigten luftspaltisolierten Abgasrohres (3, 4) ein doppelwandiger Abzweigstutzen (12) aus einem weiteren in ein Innenhochdruck-Umformwerkzeug eingebrachten Doppelrohr in einem ersten Umformschritt durch Fluidinnenhochdruck ausgeformt wird und in einem zweiten darauffolgenden Umformschritt in einem Innenhochdruck-Umformwerkzeug der auch den Abzweigstutzen (12) zu umgebende Luftisolierspalt (13) durch Aufweiten des Außenrohres (10) mittels Fluidinnenhochdruck ausgebildet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß im zweiten Umformschritt das Aufweiten des Außenrohres (10) in einem von dem des ersten Umformschrittes unterschiedlichen Innenhochdruck-Umformwerkzeug erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung der Durchgangsöffnung der Kapfenbereich des Abzweigstutzens (12) mittels Laserstrahlschneidens abgetrennt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das als Rohrbogen (2) ausgebildete Abgasrohr mit einem im wesentlichen geradlinig verlaufenden luftspaltisolierten Abgasrohr (25) verbunden wird, welches an seinem anderen Ende (27) mit dem Eingangsflansch (5) verschweißt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abzweigstutzen (12) eines verzweigten Abgasrohres (3, 4) mit einem im wesentlichen geradlinig verlaufenden luftspaltisolierten Abgasrohr (25) verbunden wird, welches an seinem anderen Ende (27) mit dem Eingangsflansch (5) verschweißt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das als Rohrbogen (2) ausgebildete Abgasrohr mit einem geradlinig oder gebogen verlaufenden Verbindungsrohr einen Ende verbunden wird, das anderen Ende mit einem eingangsflanschabgewandten Ende eines verzweigten Abgasrohres (3) verbunden wird.

13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehreren verzweigten Abgasrohren (3, 4) diese jeweils über ein geradlinig oder gebogen verlaufendes Verbindungsrohr miteinander verbunden werden.

den jeweils zugehörigen Eingangsflanschen (5) zusammengesteckt und verschweißt werden und das verbindungs freie zylinderkopfabgewandte Ende (7) eines der verzweigten Abgasrohre (4) mit dem Ausgangsflansch (8) zusammengesteckt und mit diesem verschweißt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die eingangsflanschseitigen Enden der Innenrohre (9) und der Außenrohre (10) der Abgasrohre (2, 3, 4, 25) beim Innenhochdruckumformen zur Erzeugung eines Luftisolierspaltes (11, 13, 24) durch radiale Anpressung aneinander miteinander verklemt werden, wonach die beiden in Klemmlage miteinander bündig abschließenden Enden von Innen- und Außenrohr (9, 10) in die Durchgangsöffnung (38) des Eingangsflansches (5) hineingesteckt und durch einen Schweißvorgang, vorzugsweise durch Laserschweißen, unter Bildung einer umlaufenden Kehlnaht (39) zwischen der Durchgangsöffnungswandung (37) und den Stirnseiten der Enden mit dem Eingangsflansch (5) fest verbunden werden.

15. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die eingangsflanschseitigen Enden der Innenrohre (9) und der Außenrohre (10) der Abgasrohre (2, 3, 4, 25) voneinander durch Beschnitt getrennt werden, wobei der Luftisolierspalt (11, 13, 24) geöffnet wird, und daß der jeweilige Flansch (5) mit einem seine Durchgangsöffnung (38) umgebenden zylindrischen Fortsatz (28) in den geöffneten Luftisolierspalt (11, 13, 24) gesteckt wird, wonach das Außenrohr (10) des jeweiligen Abgasrohres (2, 3, 4, 25) unter Bildung jeweils einer umlaufenden Kehlnaht (40) außen am Flanschfortsatz (28) und das Innenrohr (9) innen am Flanschfortsatz (28) angeschweißt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das mit dem Ausgangsflansch (8) zusammenzusteckende Ende (7) des verzweigten Abschlußabgasrohres (4) beschnitten wird, wobei der Luftisolierspalt (13) zwischen Innenrohr (9) und Außenrohr (10) stirnseitig geöffnet wird, daß das beschnittene Ende (7) in die Durchgangsöffnung (29) des Ausgangsflansches (8) eingesteckt wird, wobei das Außenrohr (10) von einer konzentrischen Erweiterung (30) der Durchgangsöffnung (29) aufgenommen und mit dem Ausgangsflansch (8) außenseitig unter Bildung einer umlaufenden Kehlnaht (35) verschweißt wird, und daß das Innenrohr (9) dieses Abgasrohres (4) gleichzeitig mit der Anordnung des Außenrohres (10) im Ausgangsflansch (8) mit Schiebesitz in die Durchgangsöffnung (29) eingeführt wird.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

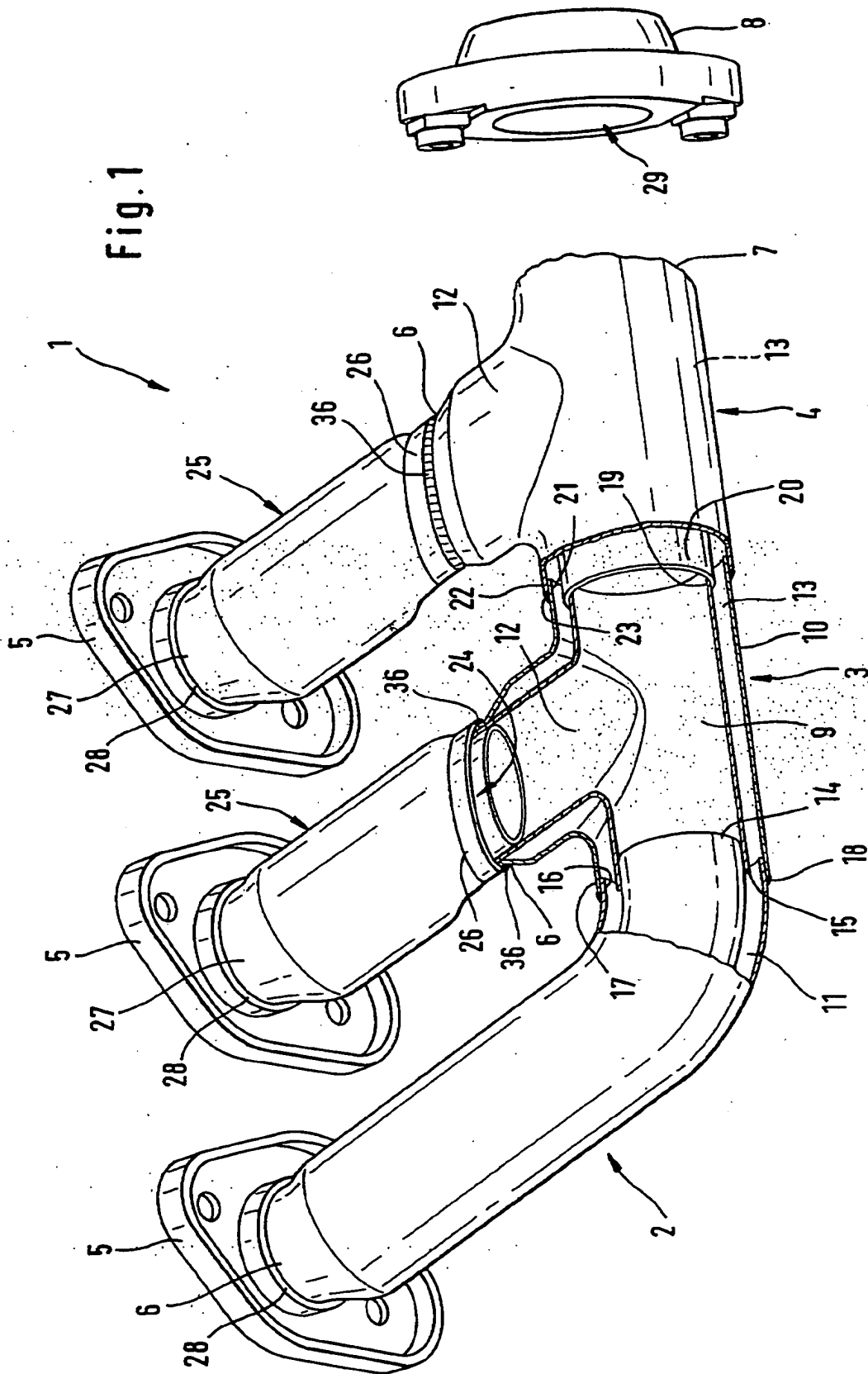


Fig. 2

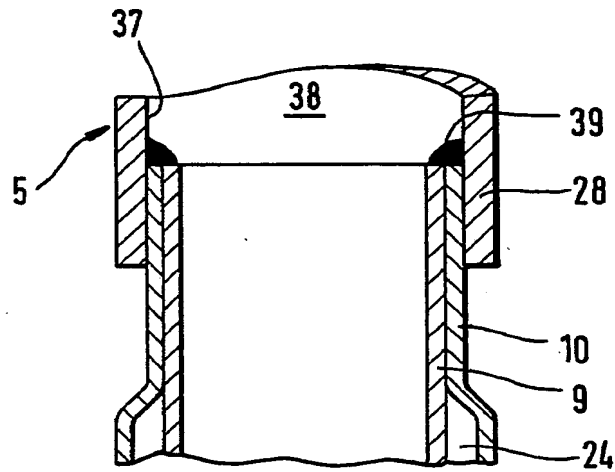


Fig. 3

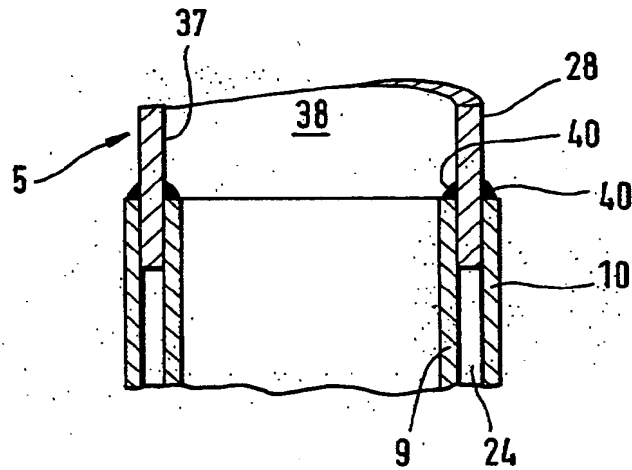


Fig. 4

